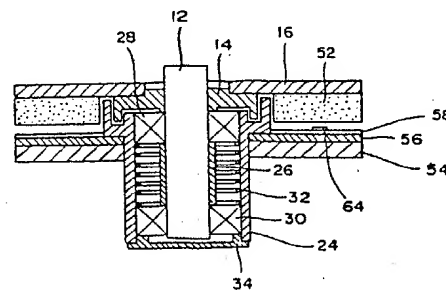


(54) AXIAL FLUX TYPE BRUSHLESS MOTOR

(11) 1-315244 (A) (43) 20.12.1989 (19) JP
 (21) Appl. No. 63-327775 (22) 27.12.1988 (33) JP (31) 87p.332205 (32) 29.12.1987(2)
 (71) FUJITSU LTD (72) MUTSUJI KOBAYASHI(2)
 (51) Int. Cl. H02K29/00, H02K21/24

PURPOSE: To reduce in diameter and thickness and to decrease the jitter, of a rotating speed by forming a small gap between a rotor permanent magnet and a stator yoke, and mounting a printed sheet formed with a printed coil in the gap.

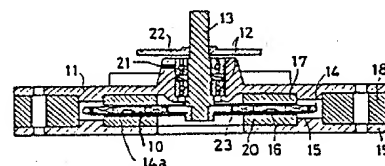
CONSTITUTION: A rotor 50 is composed of a bracket 14 secured to a rotary shaft 12, a rotor yoke 16 secured to the bracket 14, and a rotor permanent magnet 52 secured to the yoke 16. A gap between the magnet 52 and a stator yoke 56 is approx. 0.3mm. The yoke 56 is so attached as to be buried in a base 54, and a plated through-hole both-side printed sheet 58 copper-lined adheres to a polyimide film base material on the base 54. A printed coil pattern and a driving circuit are provided on the both-side printed sheet 58.

**(54) DC BRUSHLESS MOTOR**

(11) 1-315245 (A) (43) 20.12.1989 (19) JP
 (21) Appl. No. 63-143803 (22) 13.6.1988
 (71) OMRON TATEISI ELECTRON CO (72) ISAMU KATAYAMA(2)
 (51) Int. Cl. H02K29/08

PURPOSE: To reduce the inertia of a rotor and to improve the response of an access time by securing a flat coil and a Hall element with filling resin thereby to form the rotor.

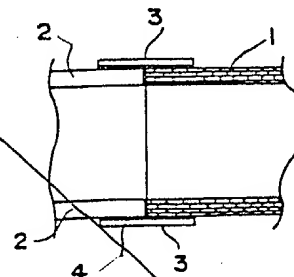
CONSTITUTION: A flat rotor 14 is secured to a shaft 13 rotatably supported by an upper case 11 through two bearings 12, three coils 15 and Hall elements 16 are disposed in the holes 14a of the rotor 14, and secured with filling resin 10. An upper magnet 17 disposed with four N- and S-poles alternately arranged equally on a flat ring is so secured to the rotor 14 as to oppose at a small gap thereto. A similar lower magnet 20 is also secured to the upper case 11 inside a lower case 19 secured through a space ring 18 thereto. A flexible pattern 12 connected to the coils 15 and the element 16 is secured to the rear side of the rotor 14.

**(54) COIL FOR VOICE COIL MOTOR**

(11) 1-315246 (A) (43) 20.12.1989 (19) JP
 (21) Appl. No. 63-147288 (22) 15.6.1988
 (71) HITACHI CABLE LTD (72) YUJI KAJIKAWA(1)
 (51) Int. Cl. H02K33/18

PURPOSE: To improve the adhering strength of a coil to a bobbin by providing a reinforcing layer of a thermally shrinkable tube on the outer periphery of the adhering part of the coil to the bobbin.

CONSTITUTION: A voice coil 1 and a bobbin 2 are oppositely connected, and adhere fixedly with an adhesive 4. A thermally shrinkable tube 3 is provided on the outer periphery of the adhering part, and further rigidly adheres with the adhesive 4 as required. The tube 3 may be formed of polyester, fluorine resin, etc., the adhering part is coated with the adhesive 4, heated, shrinked, and rigidly secured. Thereafter, it is further heated to cure the adhesive 4 applied.



⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平1-315244

⑤ Int.Cl.⁴

H 02 K 29/00
21/24

識別記号

庁内整理番号

Z-7052-5H
G-7052-5H

④ 公開 平成1年(1989)12月20日

審査請求 未請求 請求項の数 9 (全14頁)

⑭ 発明の名称 アキシアルフラックス型ブラシレスモータ

⑪ 特 願 昭63-327775

⑫ 出 願 昭63(1988)12月27日

優先権主張 ⑬ 昭62(1987)12月29日 ⑬ 日本(JP) ⑬ 特願 昭62-332205

⑬ 昭63(1988)1月27日 ⑬ 日本(JP) ⑬ 特願 昭63-16429

⑬ 昭63(1988)3月17日 ⑬ 日本(JP) ⑬ 特願 昭63-64272

⑯ 発 明 者 小 林 睦 司 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内

⑯ 発 明 者 西 本 敦 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内

⑯ 発 明 者 渡 辺 利 彦 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内

⑰ 出 願 人 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

⑱ 代 理 人 弁理士 松 本 昂

明 細 書

1. 発明の名称

アキシアルフラックス型ブラシレスモータ

2. 特許請求の範囲

(1) 円板状磁石(52)を回転軸(12)と平行な方向を磁化方向に多極着磁して回転子(50)として用い、固定子側に電機子コイルと回転子磁束の磁路となる固定子ヨーク(56)を設けたアキシアルフラックス型ブラシレスモータにおいて、

フレキシブルな樹脂製フィルムを基材としてその一部に形成されたモータ駆動回路(62)パターンと、他部に形成されたスルーホールメッキ部分を有する表裏2層の導電性コイルパターン(60,68)から構成されるプリントコイルとを有するプリントシート(58)を、該プリントコイルが前記円板状磁石(52)と固定子ヨーク(56)との間のギャップ中に実装されるように設けるとともに、

該プリントシート(58)に円板状磁石(52)の磁極

位置検出素子(64)を設け、

該磁極位置検出素子(64)が発生する一回転に一波形の速度信号を回転速度の制御に用いる制御手段を設けたことを特徴とするアキシアルフラックス型ブラシレスモータ。

(2) 前記制御手段は互いにずれた角度位置で発生する複数の一回転に一波形の速度信号を回転速度の制御に用いることを特徴とする請求項1記載のアキシアルフラックス型ブラシレスモータ。

(3) 前記固定子ヨーク(56)をソフトフェライト材から形成したことを特徴とする請求項1記載のアキシアルフラックス型ブラシレスモータ。

(4) 絶縁体でコーティングされた強磁性体帯材(76)又は断面円形の強磁性体棒材(78)を、回転軸を中心として渦巻状に巻回して前記固定子ヨークを形成したことを特徴とする請求項1記載のアキシアルフラックス型ブラシレスモータ。

(5) 前記固定子ヨーク(56)を回転子の回転軸を中心とする複数の同心円磁性体リング(56a~56c)で構成したことを特徴とする請求項1記載の

アキシアルフラックス型ブラシレスモータ。

(6) 固定子の導電性部材に対向する円板状磁石(52)の側面に対向して、回転子側にリング状の軟磁性体部材(82)を設けたことを特徴とする請求項1記載のアキシアルフラックス型ブラシレスモータ。

(7) 前記リング状の軟磁性体部材(82)に代えてリング状の非磁性体部材(80)を設けたことを特徴とする請求項6記載のアキシアルフラックス型ブラシレスモータ。

(8) 固定子の導電性部材に対向する円板状磁石(52)の側面に対向して、固定子側にリング状の高比抵抗軟磁性体部材(84)を設けたことを特徴とする請求項1記載のアキシアルフラックス型ブラシレスモータ。

(9) 前記リング状の高比抵抗軟磁性体部材(84)に代えてリング状の高比抵抗非磁性体部材(86)を設けたことを特徴とする請求項8記載のアキシアルフラックス型ブラシレスモータ。

を設けたアキシアルフラックス型ブラシレスモータにおいて、フレキシブルな樹脂製フィルムを基材としてその一部に形成されたモータ駆動回路パターンと、他部に形成されたスルーホールメッキ部分を有する表裏2層の導電性コイルパターンから構成されるプリントコイルとを有するプリントシートを、該プリントコイルが前記円板状磁石と固定子ヨークとの間のギャップ中に実装されるように設けるとともに、該プリントシートに円板状磁石の磁極位置検出素子を設け、該磁極位置検出素子が発生する一回転に一波形の速度信号を回転速度の制御に用いる制御手段を設けて構成する。

産業上の利用分野

本発明はアキシアルフラックス型ブラシレスモータに関する。

整流子の代わりに無接点で電子的に整流を行わせるブラシレスモータは、寿命や電気雑音の面で信頼性が高く、各種の機器への採用が進んでいる。このブラシレスモータは構造上の自由度が高いの

3. 発明の詳細な説明

目次

概 要

産業上の利用分野

従来の技術

発明が解決しようとする課題

課題を解決するための手段

作 用

実 施 例

発明の効果

概 要

アキシアルフラックス型ブラシレスモータに関し、

小径薄型で回転速度のジッタ・フラッタの小さい低価格のアキシアルフラックス型ブラシレスモータを提供することを目的とし、

円板状磁石を回転軸と平行な方向を磁化方向に多極着磁して回転子として用い、固定子側に電機子コイルと回転子磁束の磁路となる固定子ヨーク

で、軽薄短小化を実現し易いという特徴があり、機器とモータ間の相対的な機械精度が維持し易いダイレクトドライブモータとして用途が拡大している。OA機器用としてはレーザービームプリンタのスキナモータ等の需要が多い。

ブラシレスモータの一種であるアキシアルフラックス型(アキシアルギャップ型)ブラシレスモータは、円板状磁石を回転軸と平行な磁化方向に多極着磁して回転子として用いる構造のため、構造が簡単で薄型化に適しており、回転子磁石と固定子ヨークとの磁気吸引力変化によるトルクの発生が少ないので、例えば、カセット式テープレコーダ、ビデオテープレコーダ、レーザービームプリンタのスキナモータ等の高精度な定速回転を必要とする用途に広く用いられている。

従来の技術

第15図は従来のアキシアルフラックス型ブラシレスモータの概略分解斜視図、第16図はその縦断面図を示しており、回転子10は回転軸12

に固着されたフランジ14と、このフランジ14に固着された回転子ヨーク16と、回転子ヨーク16に固着された回転軸12方向(A方向)に交互に複数極に着磁された回転子永久磁石(ロータマグネット)18と、回転子ヨーク16の外周部下面に固着された環状部材20と、この環状部材20に取り付けられた環状のFG磁石22とから構成されている。図示した従来例においては、回転子永久磁石18は8極に分極されている。

24は固定子側を構成するハウジングであり、このハウジング24と回転軸12との間には2個の軸受28, 30が設けられており、これらの軸受により回転軸12を回転自在に支承している。また26はスリーブであり、スリーブ26とハウジング24との間及び軸受28, 30との間には予圧バネ32が介装されている。34はストッパであり、軸受30の抜けを防止している。

36は台でありハウジング24に固着されている。台36の上には例えばケイ素鋼板から形成された固定子ヨーク38が設けられており、固定子

ヨーク38の上にはプリント配線板40が設けられている。プリント配線板40上には6個の電機子コイル42と、回転速度検出用のFGコイル44と、回転子の位相検出用のホール素子46とが設けられている。この従来例の電機子コイル42は対向する電機子コイル同士を同時に駆動する3相駆動である。ホール素子46により回転子永久磁石18と電機子コイル42との位相関係を検出し、励磁すべき電機子コイル42の相と電流の大きさを設定して滑らかな回転を行うようになっている。

ハウジング24、台36、固定子ヨーク38、及び電機子コイル42、FGコイル44、ホール素子46の設けられたプリント配線板40でモータの固定子側を構成する。FGコイル44はFG磁石22との鎖交磁束変化により速度制御のための速度信号を発生するようになっている。

上述したような巻き線型のブラシレスモータでは、モータの全体的な厚みが増大するという欠点があるため、例えば特開昭62-123952号

には、駆動部が設けられたプリント基板上にエッチング技術によって複数層の固定子コイルを積層した偏平型ブラシレスモータが開示されている。この公開公報によるとプリント基板上に複数層の固定子コイルをどのようにして形成するかは明らかではないが(公開公報の第10図の構成が明確でない)、従来のブラシレスモータに比し固定子コイル層が薄くなった分だけモータの薄型化を達成している。

発明が解決しようとする課題

プリンタ装置等のコストパフォーマンス向上のため、益々薄型・小型(例えば厚さ2.0mm以下、直径5.0mm以下)で回転速度のジッタ(速度変動の高周波成分)やフラッタ(速度変動の低周波成分)が小さく(例えば $\pm 0.015\%$ 以下)、低価格なアキシアルフラックス型ブラシレスモータが要求されている。これらの要求を阻害する要因として主に次の3点が挙げられる。

(1) 通常、モータの磁気回路を設計するにあたり、

コイルの単位消費電力あたりのトルク、すなわちモータ定数を最大となるような設計をしており、このため固定子ヨークと回転子磁石との間のギャップは回転子磁石の厚さにほぼ等しいようになっている。このように設計されているため、モータの厚さのわりに回転子イナーシャが小さく、閉ループ速度制御をしてもモータが外乱に弱くジッタやフラッタを生じ易いという問題がある。

(2) FGコイルとFG磁石の配置に偏心やピッチずれが含まれているので、一回転に複数波形を発生する速度信号に誤差が含まれる。この速度信号を用いて閉ループ速度制御をしても、回転速度のジッタやフラッタを抑制できないという問題がある。例えば、ジッタ・フラッタの要求仕様値の1/10以下の速度信号誤差となるように、FGコイル、FG磁石及びその取付を高精度化すると高価となる。さらに、モータ磁気回路として利用すれば最も大きなトルクを発生する部分である最外周にFGコイル及びFG磁石を設けているため、モータは外径の大きなわりに発生トルクが小さい

という問題がある。

(3) コイルは線材より形成されているため、その端子の半田付自動化が難しく半田付を人手に頼らなければならないため、人件費が高価となるという問題がある。

上述した特開昭62-123952号に記載された偏平型ブラシレスモータでは、FG磁石及びFGコイルを依然として有しているため、上述した(2)の問題点を解決することはできない。また、リジッドなプリント基板上に複数層の固定子コイルを形成しているため、固定子コイル部の薄型化に限度のあるものである。

本発明はこのような点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、小径薄型で回転速度のジッタ・フラッタの小さい低価格のアキシシャルフラックス型ブラシレスモータを提供することである。

課題を解決するための手段

円板状磁石を回転軸と平行な方向を磁化方向に

強磁性体線材を、回転軸を中心として渦巻状に巻回して固定子ヨークを形成するようにしても良い。また、特に渦流損失を抑えるために、固定子ヨークを回転子の回転軸を中心とする複数の同心円磁性体リングで構成しても良い。

さらに、モータが高速回転すると、固定子ヨークのみでなく軸受を固定する固定子のハウジング等へ漏れる磁束の変動から渦電流損失が大きくなり、モータの効率が低下するという問題が起こるが、この漏れ磁束を防止するために、円板状磁石の側面に対向してリング状の非磁性回転子部材、又は軟磁性回転子部材、又は高比抵抗軟磁性体固定子部材、又は高比抵抗非磁性固定子部材を設けるようにしても良い。

作 用

本発明のアキシシャルフラックス型ブラシレスモータは、モータ定数を最大とする設計法をとらないことを一つの特徴とする。すなわち、円板状磁石と固定子ヨークとの間のギャップを磁石の厚さ

多極着磁して回転子として用い、固定子側に電機子コイルと回転子磁束の磁路となる固定子ヨークを設けたアキシシャルフラックス型ブラシレスモータにおいて、フレキシブルな樹脂製フィルムを基材としてその一部に形成されたモータ駆動回路パターンと、他部に形成されたスルーホールメッキ部分を有する表裏2層の導電性コイルパターンから構成されるプリントコイルとを有するプリントシートを、該プリントコイルが前記円板状磁石と固定子ヨークとの間のギャップ中に実装されるように設ける。さらに、プリントシート上に円板状磁石の磁極位置検出素子を設け、この磁極位置検出素子が発生する一回転に一波形の速度信号を回転速度の制御に用いる制御手段を設けて構成する。

前記制御手段は、互いにずれた角度位置で発生する複数の一回転に一波形の速度信号を回転速度の制御に用いるようにしても良い。渦流損失等の損失を抑えるために、固定子ヨークをソフトフェライト材から形成するのが望ましいが、絶縁体でコーティングされた強磁性体帯材又は断面円形の

よりも小さく形成することにより、モータ全体は薄型で且つ回転子を相対的に厚くすることにより高イナーシャ化することができ、回転子のイナーシャを増した分だけ外乱に強くジッタやフラッタを抑制することができる。与えられた有限のモータ厚さのうちで円板状磁石の厚さを極限まで大きくとるためには、磁石と固定子ヨークとの間のギャップをできる限り小さくする必要がある。そのための究極のコイルは一枚のシートコイルである。薄いシートコイルにするためには、基材はリジッドなプリント基板ではなくフィルム状のプリントシートを用いる必要があり、このプリントシートの表裏両面に導電性コイルパターンを形成するのが望ましい。

モータ構成の簡単化と、コイル部品の取付の概念を無くすため、プリントコイルは駆動回路の配線パターンと同時に作成する必要がある。周知のようにパターン同士の交差を避けるため、駆動回路の配線パターンはスルーホールメッキ部分を含んだ表裏2層の銅箔パターンが最も簡単である。

また、3層以上の多層化は駆動回路では必要ない。したがって、コイルパターンもスルーホールメッキ部分を含んだプリントシートの表裏両面に形成された2層の導電性コイルパターンから形成するのが望ましい。コイルを3層以上の多層化すると接続部の処理（半田付又は抵抗溶接や接著作業等）が必要となり簡単化に対して不利となるが、本発明では1枚のプリントシートの表裏両面に導電性コイルパターンを形成しているだけなので、接続部の処理が必要でないという利点を有している。

従来のモータでは速度制御にFGコイルとFG磁石からの速度信号を利用してしたが、本発明ではFGコイルとFG磁石を廃止し、磁極位置検出素子が発生する一回転に一波形の速度信号を回転速度の制御に用いているため、従来のモータに比較して回転速度のジッタやフラッタを抑制することができる。速度信号生成用の一回転中の信号波形数が減少するため閉ループ制御のサーボ帯域が減少するが、これは回転子のイナーシャの増大及

び従来のFGコイルとFG磁石の偏心誤差や角度分割誤差を含まない分の等価的な外乱の減少により補うことができるため、回転速度のジッタやフラッタが増大することはない。また、FGコイル及びFG磁石の占めていた外周部は削除できるので、モータの外径を小さくすることができ、部品点数が減るため低価格化を図ることができる。

固定子ヨークをソフトフェライト材で形成すると、高速回転の際の渦電流損失を低減することができる。ソフトフェライト材を採用する代わりに、強磁性体帯材又は線材を渦巻状に巻回して固定子ヨークを形成するか、または固定子ヨークを複数の同心円磁性体リングに分割すると、固定子ヨークを流れる渦電流を分断することができるため、渦電流損失を低減することができる。モータの回転方向には磁気回路的に切れ目がないので、固定子ヨークをこのように構成しても振動の増大やトルク変動の増大は発生しない。

漏れ磁束防止のため、回転子側にリング状の軟磁性体部材を設けると、磁束が積極的にこの軟磁

性体部材中を通過して磁気シールド効果を発揮し、固定子側に磁束を漏らさないため、渦電流損失を抑制できる。また、回転子側にリング状の非磁性体部材を設けて円板状磁石側面と固定子との間の距離を十分確保すると、ロータイナークスを減少させることなく固定子への漏れ磁束を防止することができる。一方、固定子側にリング状の高比抵抗軟磁性体部材を設けると、この部材の磁気シールド効果によりハウジングへの漏れ磁束を防ぎ渦電流損失を抑制することができる。高比抵抗軟磁性体部材に代えてリング状の高比抵抗非磁性体部材を固定子側に設け、円板状磁石側面と固定子導電性部材との間の距離を十分に確保すると、ハウジングへの漏れ磁束を抑制することができ、その結果渦電流損失を抑制することができる。

実施例

以下本発明を図面に示す実施例に基づいて詳細に説明する。本実施例の説明において、第15図及び第16図に示す従来構造と同一構成部分につ

いては同一符号を付して説明する。

先ず第1図及び第2図を参照すると本発明実施例の分解斜視図及び縦断面図がそれぞれ示されている。回転子50は回転軸12に固着されたブラケット14と、ブラケット14に固着された回転子ヨーク16と、この回転子ヨーク16に固着され回転軸12方向に交互に複数極に着磁された回転子永久磁石52とから構成されている。本実施例においては、回転子永久磁石52は例えば直径40mm、厚さ5mmのフェライト磁石であり、8極に分極されている。

24は固定子側を構成するハウジングであり、このハウジング24には上下方向に離間した2個の軸受28、30が設けられて回転軸12を回転自在に支承している。26はスリーブであり、このスリーブとハウジング24との間及び軸受28と30との間に予圧バネ32が介装されている。34はストッパであり、軸受30の抜け防止の役目をしている。ハウジング24にはアルミニウム製の台54が固着されており、この台54に比抵

抗の高いソフトフェライト製の固定子ヨーク56が取り付けられている。

本実施例においては、回転子永久磁石52と固定子ヨーク56との間のギャップは約0.3mmである。このような小さなギャップ中に実装できるコイルのコイル定数は小さく、モータ定数も小さいので出力トルクは比較的小さい。したがって、損失トルクを抑えることが必要である。特に高速回転では回転数の二乗に比例する渦電流損失を抑えることが必要である。そこで上述のように、固定子ヨークとしてソフトフェライト製のヨーク56を採用した。固定子ヨーク56は台54中に埋め込まれるように取り付けられており、第1図に示すように台54の延長面と固定子ヨーク56の上面とは段差のない平面となるようになっている。

台54上(コイル部分では第2図に見られるように固定子ヨーク56上)には厚さ0.05mmのポリイミドフィルム基材にスルーホールメッキ液の銅張り両面プリントシート58が接着されている。両面プリントシート58の裏面には、銅から

形成された6個の第一層導電性コイルパターン60が形成されている。両面プリントシート58の表面にも第二層導電性コイルパターン68が形成されており、表裏の導電性パターンにより対向するコイル同士の接続も行い3相コイルを形成する(第3図参照)。

両面プリントシート58の表面には閉ループ速度制御のための駆動回路62を構成する電子部品が実装されているとともに、回転子50の位相検出用の3個ホール素子64が半田付により実装されている。このホール素子64の端子はチップ化された接続部品66によりコイルパターン68の外部に引き出され、図示しないリードパターンに接続されるようになっている。このようなチップ化された接続部品66を使用する代わりに、外部のリードパターン部まで伸長するフラットパッケージ化された細長いホール素子を用いるようにしても良い。

このように両面プリントシート58上にはプリントコイルパターン60、68と駆動回路62が

設けられていて、両面プリントシート58を基板として共用しているので部品点数が減り、プリントコイルパターンはフィルムを積層することなく1枚のプリントシートの表裏両面に形成された2層のコイルパターンであるので、プリントコイルパターンの製作は価格を上昇させるものではない。両面プリントシート58に設けられたコネクタには例えばDC24V電源を供給する。

次に第3図及び第4図を参照する。第3図はプリントシートの表裏両面に形成されたコイルパターンを示しており、第4図は2層直列接続時の1相コイルの励磁電流の流れを示している。第3図及び第4図に示されるように、プリントシート58の裏面に形成された第1層目のコイルパターン60と表面に形成された第2層目のコイルパターン68とは直列に接続されている。第4図において、60は互いに対角線上に対向する第1層プリントコイルパターンであり、68は互いに対角線上に対向する第2層プリントコイルパターンである。直列接続であるため、第1層プリントコイル

パターン60と第2層プリントコイルパターン68とは互いに逆回りのコイルパターンである。励磁電流は矢印で示すように、駆動回路62より両面プリントシート58の表面に形成されたパターン72を介して裏面に形成された第1層プリントコイルパターン60の一方を流れ、スルーホールを介してプリントシート58の表面に形成された第2層プリントコイルパターン68の一方に導入される。第2層プリントコイルパターン68の一方からの励磁電流は、両面プリントシート58の表面に形成されたパターン73を介して裏面に形成された第1層プリントコイルパターン60の他方に導入され、次いで表面に形成された第2層プリントコイルパターン68の他方を流れて、両面プリントシート58の表面に形成されたパターン74を介して駆動回路62に流入する。

上述したような構成のアキシアルフラックス型ブラシレスモータにおいては、固定子ヨーク56に回転子磁石18の回転による変動磁束が流れるため、変動磁束に伴う渦電流が発生し、この結果

渦電流損失が発生するという問題がある。上述した実施例では固定子ヨークにソフトフェライト材を採用することによりこの渦電流損失を低減しているが、第5図に示すように固定子ヨークを複数の同心円状磁性体リング56a、56b、56cに分割するようにしても良い。このように構成することにより、渦電流はそれぞれの磁性体リングに分割されて流れるため、総渦電流損失を低減することができる。また、モータの回転方向には磁気回路的に切れ目がないので、固定子ヨークを分割しても振動の増大やトルク変動の増大は発生しない。

第6図は渦電流損失防止のための他の構成を示しており、アルミニウム製の台54には図示しないモータの回転軸を中心とした環状溝54aが設けられている。24は固定子側のハウジングであり、台54はこのハウジング24に固着されている。76はエポキシ樹脂等の絶縁物でコーティングされた強磁性体帯材であり、この強磁性体帯材76を環状溝54a中に回転軸を中心として渦巻

ため、総渦電流損失は従来の構成に比較してはるかに低減できる。また、回転方向には磁気回路的に切れ目がないので、固定子ヨーク分割による振動の増大やトルク変動の増大は発生しない。

第7図は渦電流損失低減のための他の実施例を示しており、この実施例においては、例えばエポキシ樹脂等の絶縁体でコーティングされた断面円形の絶縁体線材78を、環状溝54a中で渦巻状に巻回して固定子ヨーク77を形成する。断面が円形なので線材78を並べる向きに方向性がなく、第6図に示した実施例より作業性がよいという利点がある。強磁性体線材78の材質としては、第6図の実施例と同様に珪素鋼板又は磁束密度の高いパーマロイ等が望ましい。線材78の直径としては例えば2mm程度が望ましい。

例えば、バリウムフェライト系や希土類系等の高エネルギー積を有する永久磁石では、高速回転(例えば1000rpm以上)になると、固定子ヨークのみでなく軸受を固定するステータ(固定子)のハウジング等へ漏れる磁束の変動から生じ

状に巻回して固定子ヨーク77を形成する。帯材の材質としては、例えばケイ素鋼板、または磁束密度の高いパーマロイ等が適している。ケイ素鋼板を採用した場合には、ケイ素含有率が1~2.5%が望ましく、厚みは例えば0.6~1mm、幅約3mmのケイ素鋼板が採用可能である。幅3mmのケイ素鋼板を採用した場合には、環状溝54aの深さも3mmにして、台54の上面と固定子ヨーク77の上面とが段差のない平面状となるのが望ましい。

強磁性体帯材76相互間及び強磁性体帯材76と台54との固定は、強磁性体帯材76の表面コーティング層に予め接着剤を塗布しておき、固定子ヨーク77として組立後加熱溶融して接着するようにする。固定子ヨーク77の最外周は強磁性体帯材76のスプリングバックによって台54に形成された環状溝54aの側面に押し付けられ接着固定される。

固定子ヨーク77をこのように形成すると、渦電流は強磁性体帯材76の板厚方向に分断される

る渦電流損失が大きくなり、モータの効率が低下するという問題がある。即ち、永久磁石の側面から磁束は非磁性体の黄銅製のハウジングに漏れ、ここで渦電流損失が発生する。この渦電流損失を防止するために、第8図乃至第11図に示す構成が考えられる。

まず第8図に示した第1実施例を参照すると、この実施例においては回転子磁石52の側面に対向するフランジ14の部分に非磁性体リング80が固着されている。この非磁性体リング80により永久磁石52の側面と固定子の導電性ハウジング24との距離を確保し、固定子への漏れ磁束を防止している。非磁性体リング80の材質は、導電性でも絶縁性でもよいが、例えば黄銅製の比重の大きい材料を採用しロータリーイナーシャを確保するのが望ましい。非磁性体リング80は回転子のフランジ14と一体的に構成するようにしてもよい。

第9図の第2実施例においては、軟磁性体リング82を永久磁石52に対向するフランジ14の

側面に固着している。軟磁性体リング82の材質は例えば冷間圧延鋼板であり、その磁気シールド効果によりリング82の内側に磁束を漏らさずに渦電流損失を抑制する。この軟磁性体リング82は磁束を積極的に通して短絡するので、リング82の板厚 t は第8図に示した第1実施例の非磁性体リング80の板厚よりも薄くてすみ、永久磁石52の有効幅を大きくできるという利点がある。

第10図は漏れ磁束防止のための第3実施例を示しており、この実施例においては固定子(ステータ)の導電性ハウジング24に高比抵抗の軟磁性体リング84が固着されている。この高比抵抗の軟磁性体リング84中に永久磁石52からの磁束を通して、その磁気シールド効果により、ハウジング24への漏れ磁束を防止し渦電流損失を抑制している。リング84の材質は、例えば、ソフトフェライト等の粉末状軟磁性体と接合材との複合材料が採用可能である。

第11図は漏れ磁束防止のための第4実施例を示しており、この実施例においては永久磁石52

の内側側面に対向して高比抵抗の非磁性体リング86を導電性ハウジング24に取り付けている。このリング86は樹脂製であり、ハウジング24に接着剤により取り付けられている。リング86には突出部86aが設けられており、この突出部86aとフランジ14の突出部14aとにより、軸受の潤滑剤の油滴飛散を防止するラビリンスシールの作用をしている。この高比抵抗の非磁性体リング86により永久磁石52の内側側面と導電性ハウジング24との間の距離を十分確保し、ハウジング24への漏れ磁束を防止している。

以下回転速度の制御に用いる速度信号の生成について説明する。

本発明では上述したように、FG磁石及びFGコイルを廃止して回転子の位相検出用のホール素子の出力を回転子の速度制御に用いている。本実施例の回転子永久磁石52は8極に分極されているので、ホール素子の出力電圧は第12図に示すように一回転に4波形となる。このホール素子電圧を波形整形回路87により矩形波状に波形整形

し、分周回路88により $1/4$ に分周して1パルス/1回転とし、これを速度信号として利用する。この速度信号を利用した閉ループ速度制御により上述したような3相6コイルのアキシアルフラックス型ブラシレスモータで、定格回転数4000rpmに対し、回転速度のジッタ・フラクタを $\pm 0.005\%$ 以下に抑えることができた。

更に、一回転4波形出力されるホール素子電圧を回転角(位相)シフトして、一回転一波形の4相の速度信号を用いる方法もある。第13図は4相の速度信号の生成を示す模式図であり、第14図はこのような4相の速度信号を利用した速度制御系のブロック図である。第13図において、ホール素子電圧を波形整形回路89により矩形波状に波形整形し、分周回路90により $1/4$ に分周して互いに位相のずれた4個の1パルス/1回転の信号を生成してこれを速度信号として利用する。91はエッジ選択回路であり、順次パルスのトリガーをかける順番を分周回路90に指令する役目をする。

第14図はこのようにして生成した一回転一波形の4相の速度信号を用いる速度制御系のブロック図を示しており、互いに位相のずれた分周回路90からの4相の出力信号は速度指令値と比較され、4個設けた偏差カウンタ93により速度指令値との偏差信号を4系統生成し、マルチプレクサ94に入力する。エッジ選択回路91より入力したデータセレクト信号により、マルチプレクサ94に入力した4つの偏差信号を励磁相切り換えと同様に回転角度に応じて順次切り換えて出力する。位相補償回路95によりマルチプレクサ94の出力信号の位相を補償し、電圧増幅回路96により電圧を増幅してからドライバ97に入力してモータ92を回転駆動する。

このように制御すれば、第12図に示した1つの速度信号を利用する場合に比較して、ホール素子64によるループ伝達関数の位相の遅れが少なく、サーボ帯域が向上し、モータが外乱に強くなるという利点がある。更に、互いに角度位置(位相)が 120° ずつずれた3個のホール素子の出

力を利用すれば、速度信号の相数を増すことができ、サーボ帯域を益々向上することができる。

発明の効果

本発明は以上詳述したように、回転子永久磁石と固定子ヨークとの間のギャップを小さく形成し、ギャップ中に樹脂製フィルムを基材としてその表裏両面にプリントコイルを形成したプリントシートを実装するように構成したので、小径・薄型で高イナーシャとなり、その結果回転速度のジッタ・フラッタの小さい低価格のモータを提供できるという効果を奏する。更に回転子が高イナーシャなので、FG磁石及びFGコイルを排除することができ、検出誤差のない一回転に一波形の速度信号を回転速度の制御に利用しているので、高精度なモータを実現できる。

また、回転子永久磁石と固定子ヨークとの間のギャップを小さくしたことに伴うギャップ磁束密度増加による渦電流損失の増大は、固定子ヨークをソフトフェライト材から形成することにより抑

制することができる。固定子ヨークを同心円状に分割するか、あるいは線材又は帯材を渦巻状に巻回して固定子ヨークを構成するようにしても、この渦電流損失を抑制することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明実施例の分解斜視図、

第2図は実施例の縦断面図、

第3図はプリントシート上のコイルパターンの一例を示す模式図、

第4図は2層直列接続時の1相コイルの励磁電流の流れを示す模式図、

第5図は固定子ヨークを同心円状に分割したときの固定子ヨーク内の渦電流の流れを示す説明図、

第6図は固定子ヨークの他の実施例の構成図、

第7図は固定子ヨークの更に他の実施例の構成図、

第8図は漏れ磁束防止のための第1実施例縦断面図、

第9図は漏れ磁束防止のための第2実施例縦断面図、

面図、

第10図は漏れ磁束防止のための第3実施例縦断面図、

第11図は漏れ磁束防止のための第4実施例縦断面図、

第12図は速度信号の生成を示す模式図、

第13図は4相の速度信号の生成を示す模式図、

第14図は4相の速度信号を利用した速度制御系のブロック図、

第15図は従来例の分解斜視図、

第16図は従来例の縦断面図である。

12…回転軸、

14…フランジ、

16…回転子ヨーク、

24…ハウジング、

52…回転子永久磁石、

54…合、

56…固定子ヨーク、

58…両面プリントシート、

60…第1相プリントコイルパターン、

62…駆動回路、

64…ホール素子、

68…第2相プリントコイルパターン、

76…強磁性体帯材、

78…強磁性体線材、

80…非磁性体リング、

82…軟磁性体リング、

84…高比抵抗軟磁性体リング、

86…高比抵抗非磁性体リング、

87, 89…波形整形回路、

88, 90…分周回路、

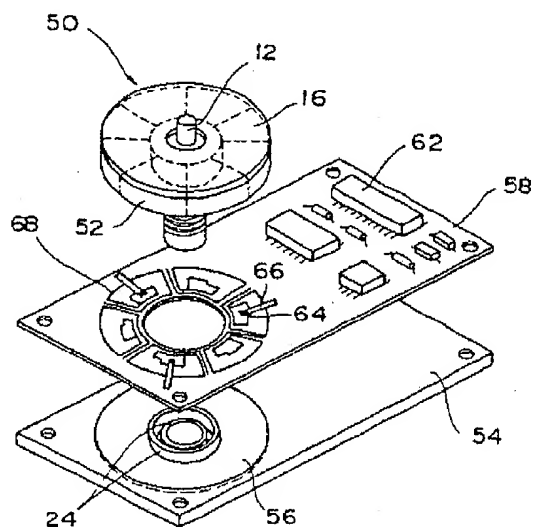
91…エッジ選択回路、

93…偏差カウンタ、

94…マルチプレクサ。

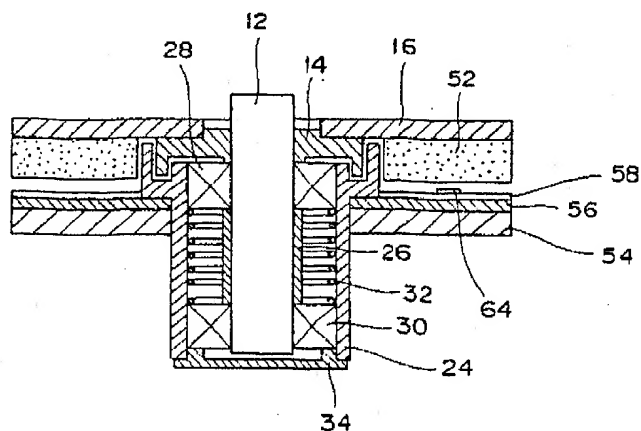
出願人： 富士通株式会社

代理人： 弁理士 松本 昂



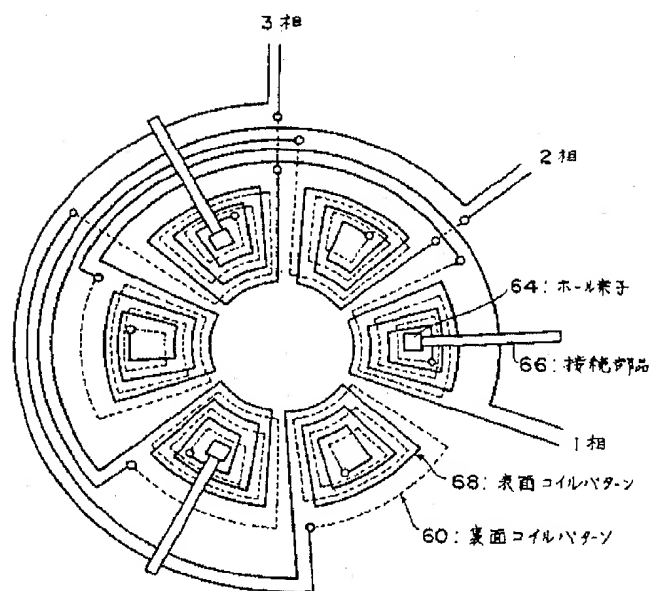
- 12 : 回転軸
24 : ハウジング
50 : 回転子
54 : 台
56 : 固定子ヨーク
58 : フリントシート
62 : 励磁回路

実施例の分解斜視図
第 1 図

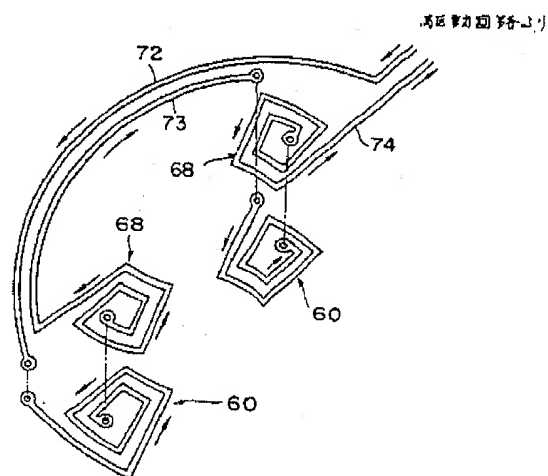


- 12 : 回転軸
16 : 回転子ヨーク
24 : ハウジング
52 : 回転子磁石
54 : 台
56 : 固定子ヨーク
58 : フリントシート

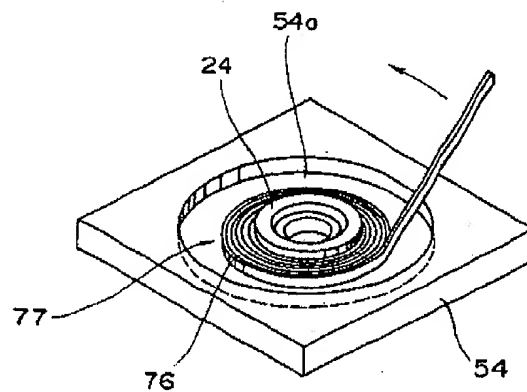
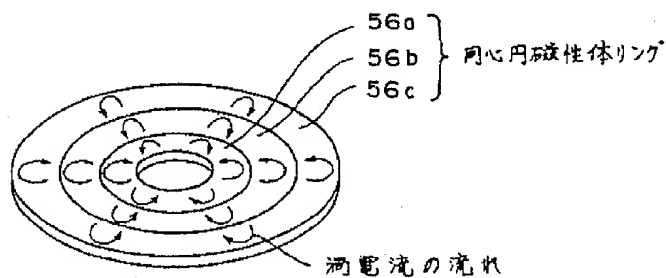
実施例の縦断面図
第 2 図



プリントシート上のコイルパターンの一例を示す図
第 3 図



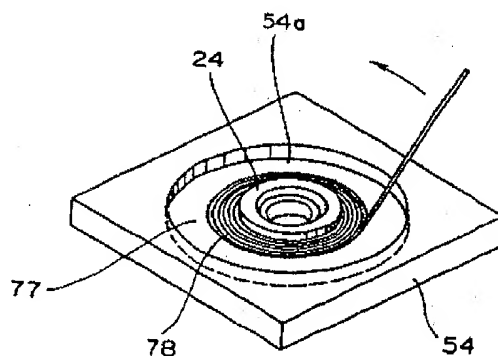
2層直列接続時の1相コイルの励磁電流の流れを示す図
第 4 図



- 54 : 台
- 54a : 環状溝
- 24 : ハウジング
- 76 : 強磁性体材料
- 77 : 固定子ヨーク

固定子ヨーク内の渦電流の流れを示す図
第 5 図

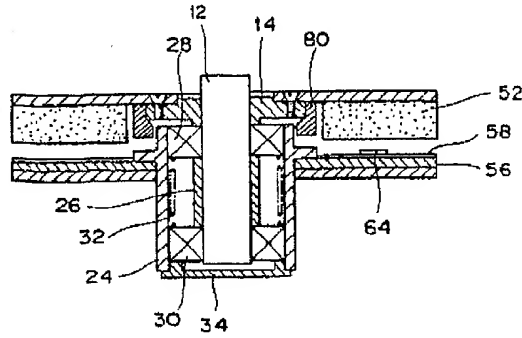
固定子ヨークの他の実施例の構成図
第 6 図



- 54 : 台
- 54a : 環状溝
- 24 : ハウジング
- 77 : 固定子ヨーク
- 78 : 強磁性体材料

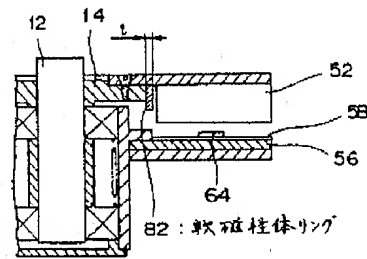
固定子ヨークのさらに他の実施例の構成図
第 7 図

- 10 : 回転子
- 12 : 回転軸
- 14 : フランジ
- 16 : 回転子ヨーク
- 24 : ハウジング
- 52 : 回転子磁石
- 56 : 固定子ヨーク
- 80 : 非磁性体リング



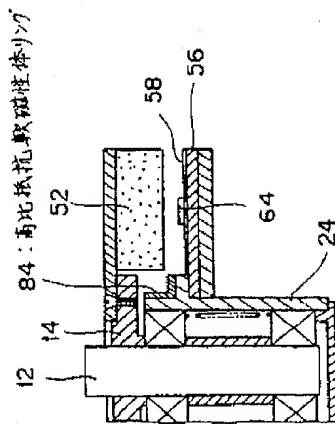
漏れ磁束防止のための第1実施例縦断面図

第 8 図



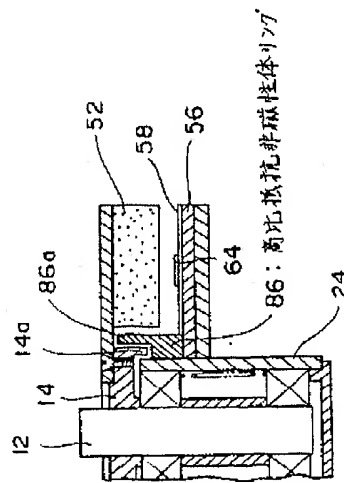
漏れ磁束防止のための第2実施例縦断面図

第 9 図



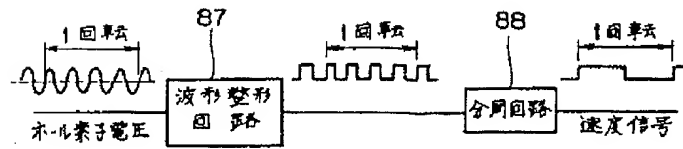
漏れ磁束防止のための第3実施例縦断面図

第 10 図

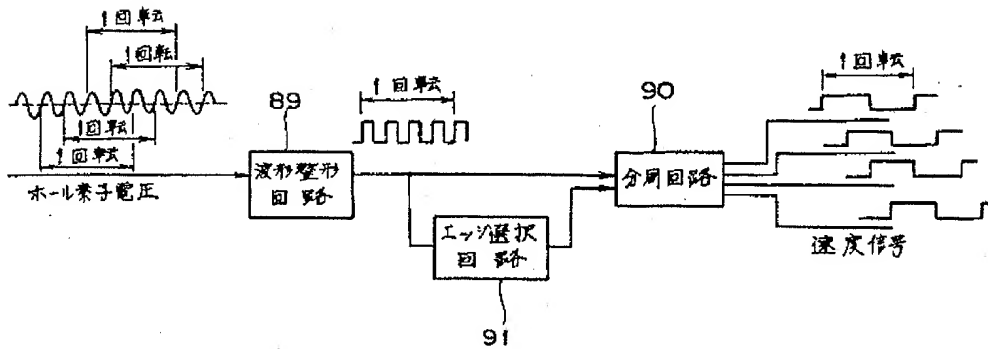


漏れ磁束防止のための第4実施例縦断面図

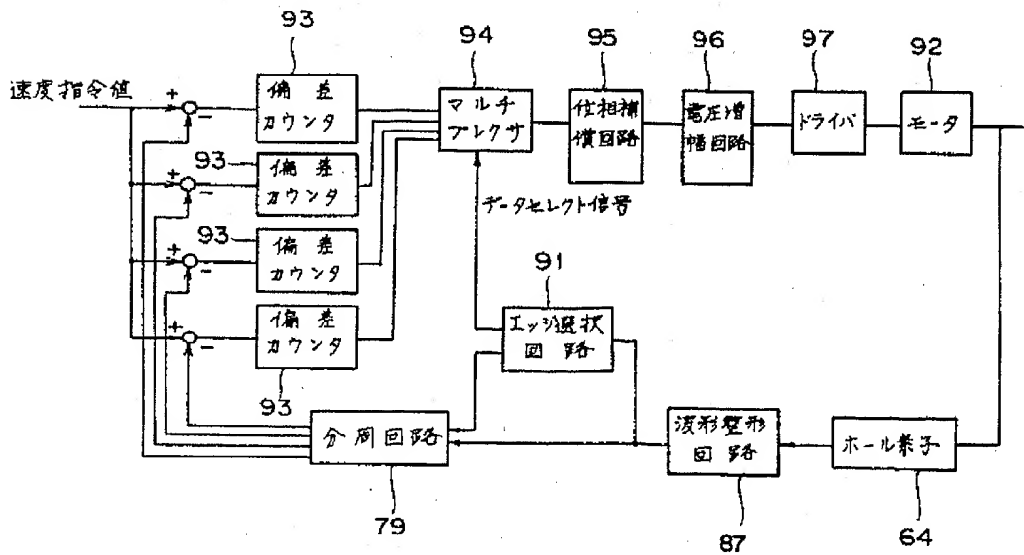
第 11 図



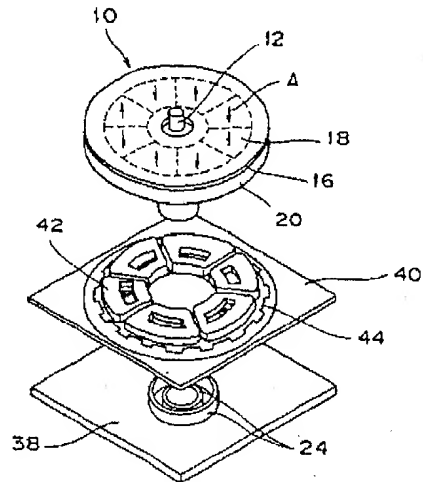
速度信号の生成を示す模式図
第 12 図



4相の速度信号の生成を示す模式図
第 13 図



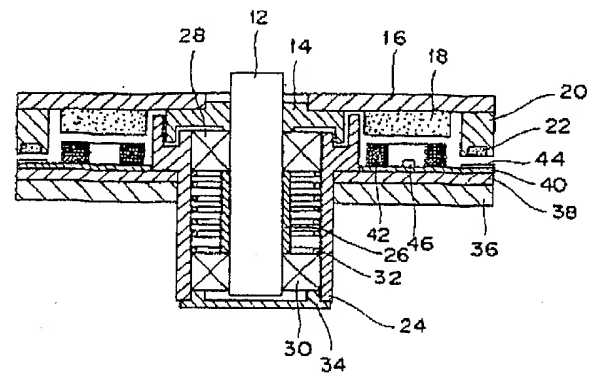
速度制御系のブロック図
第 14 図



- 10 : 回転子
- 12 : 回転軸
- 16 : 回転子ヨーク
- 18 : 回転子磁石
- 24 : ハウジング
- 38 : 固定子ヨーク
- 40 : プリント板
- 42 : 電機子コイル
- 44 : FG コイル

従来例分解斜視図

第 15 図



- 12 : 回転軸
- 16 : 回転子ヨーク
- 18 : 回転子磁石
- 22 : FG 磁石
- 24 : ハウジング
- 36 : 台
- 38 : 固定子ヨーク
- 40 : プリント板
- 42 : 電機子コイル
- 44 : FG コイル

従来例の縦断面図

第 16 図